Aus der I. inneren Abteilung des Stadtkrankenhauses
Friedrichstadt zu Dresden (Prof. Dr. Ad. Schmidt).

Die Bedeutung der Cellulose

für den tierischen und menschlichen Organismus

mit Berücksichtigung der Methoden
zur quantitativen Bestimmung derselben.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Medizin,
Chirurgie und Geburtshilfe

der

hohen medizin. Fakultät der Universität Leipzig

vorgelegt von

Robert Grischow,
Assistenzarzt an der Landesirrenanstalt zu Neu-Ruppin.

ACAD.
UGE BAT
BIBL

BERLIN.
Druck von Max Silberberg.
Juli 1906.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität Leipzig. 18. Juni 1906.

Referent: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Hofmann.

Dem Andenken meines Vaters gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535715_0095

Bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts lagen Beobachtungen über in der Natur vor sich gehende Lösungen von Cellulose nicht vor. Man glaubte, sie sei anorganischen wie organischen Lösungsmitteln gegenüber gleich widerstandsfähig. Ihre Verdaulichkeit wurde gänzlich in Abrede gestellt. Wie aber war es zu erklären, dass z. B. im Verdauungskanal der Wiederkäuer die in Zellmembranen eingeschlossene Stärke den festen Cellulosepanzer durchbrach? Eine rein mechanische Wirkungsweise bei diesem Vorgange anzunehmen, war wenig einleuchtend. Derartige allmählich auftauchende Vermutungen, die Lösung der Cellulose möchte doch auf chemischem Wege erfolgen, fanden in Beobachtungen eine Stütze, die Mitscherlich 1850 machte. Diese ergaben eine Lösung von Cellulosemembranen der Kartoffeln, welche sich als fermentative, durch Vibrionen bewirkte, herausstellte. Später fanden Popoff und van Tieghem[1]) einen Spaltpilz, Amylobacter, als Ursache der Celluloselösung. Die Verwertung dieser Befunde für Verhältnisse im Verdauungstraktus hätte zwar nur die Bedeutung eines Analogieschlusses gehabt, der Beweis der Löslichkeit der Cellulose war jedoch damit erbracht. Es dauerte aber nicht lange, da gelang es Haubner[2]) 1855 durch den Tierversuch auch die Tatsache ihrer Verdaulichkeit festzustellen und Wolffs noch 1854 aufgestellte Behauptung von ihrer Unverdaulichkeit zu widerlegen. An landwirtschaftlichen Versuchsstationen angestellte Fütterungsversuche warfen Licht in die Frage nach der Bedeutung der Cellulose für den Organismus. Vor allem sind hier die Arbeiten von Henneberg und

[1]) van Tieghem. Comptes rendues 1879.

[2]) Haubner. Zeitschrift für Landwirtschaft 1855. S. 177.

Stohmann[1]) aus der Versuchsstation zu Weende zu nennen. Die überraschende Tatsache, dass auch der Mensch Cellulose zu verdauen imstande sei, stellten Versuche von Weiske[2]) und später von Knieriem[3]) ausser Zweifel.

Die Verdaulichkeit der Cellulose.

Die Vorgänge bei der Verdauung.

Über die Vorgänge bei der Verdauung der Cellulose stehen sich auch heute noch zwei Ansichten gegenüber. Die ältere, als deren Hauptvertreter Henneberg und Stohmann genannt seien, und welche lange die herrschende blieb, nimmt an, dass Cellulose im Verdauungstraktus durch ungeformte Fermente, durch von den Verdauungsdrüsen oder der Darmwand abgeschiedene Enzyme, in einen leicht löslichen Zustand umgewandelt wird, unter Entstehung eines Körpers, der sich zur Cellulose verhält wie etwa Maltose zur Stärke. Der experimentelle Beweis für die Richtigkeit dieser Auffassung ist bisher nicht erbracht worden, wenn man von einer Beobachtung Biedermanns und Moritzs[4]) absieht, die im Dünndarm der Weinbergschnecke ein Cellulose lösendes Enzym fanden. Derartige Enzyme waren aus dem Pflanzenreich bekannt, bei keimenden Samen, bei Pilzen, deren Myzelfäden Holz auflösen u. a. m. hatte man sie beobachtet. Ihre Existenz im Darmkanal der Tiere anzunehmen hatte daher an und für sich nichts Auffallendes. Es fehlte auch nicht an Versuchen, durch Glyzerin und andere Mittel diese ungeformten Fermente zu gewinnen. Sie haben jedoch nichts Beweisendes erbracht.

Schmulewitsch[5]) liess Verdauungsfermente auf Filtrierpapier und durch Behandlung mit Schwefelsäure und Kalilauge gewonnene Rohfaser einwirken; er kam zu einem

[1]) Henneberg und Stohmann. Beiträge zur rationellen Fütterung der Wiederkäuer. Braunschweig 1860–64.

[2]) Zeitschrift für Biologie. 6. Band. 1870.

[3]) Zeitschrift für Biologie. Band 21. 1885.

[4]) Biedermann und Moritz. Pflügers Archiv. Band 73.

[5]) Bulletin de l'académie des sciences de St. Petersbourg.

negativen Resultat. Hofmeister[1]) fand, dass Schafspeichel Pflanzenfaser frischen Grases bis zu 70—80 % löste, während Rinderspeichel chemisch dargestellte Rohfaser unangegriffen liess. Erich Müller[2]) hat später diese Fragen nochmals einer genauen Prüfung unterzogen. Zwei Arbeiten, von Knauthe[3]) und die bereits erwähnte von W. Biedermann und Moritz[4]) gaben dazu die Veranlassung. Knauthe fand ein im Hepatopankreas des Karpfens befindliches Cellulose auflösendes und Zucker bildendes Ferment. Bei Filtration von Hepatopankreasextrakt und Dünndarminhalt wurde das Filtrierpapier zum Teil aufgelöst.

Müller[5]) stellte sich Hepatopankreasextrakt und Schleimhaut aus dem obersten Dünndarmteil des Karpfens her, wog von beiden Substanzen gleiche Mengen ab, behandelte sie mit Thymol und 5 %iger Sodalösung, tat Fliesspapier hinzu, setzte das gut umgerührte Material 5—6 Stunden einer Temperatur von 24° C. aus, filtrierte durch Asbest, titrierte nach Fehling. Es konnte weder Zuckerbildung noch Verlust von Papier festgestellt werden. Dasselbe ergab sich bei der Verwendung von Cellulose in Form fein pulverisierten Heues. Mit Hepatopankreas- und Dünndarminhalt beschickte Kartoffelschnitten wiesen keine Spur einer Auflösung des Cellulosenetzes auf.

Biedermann und Moritz[6]) fanden, wie schon hervorgehoben, im Dünndarminhalt der Weinbergschnecke ein Cellulose lösendes Enzym. Feine Schnitte von Mais, Reis, Kartoffeln zeigten, damit beschickt, unter dem Mikroskop Auflösung des Cellulosenetzes. Diese Angabe wurde durch Müllers Nachprüfung bestätigt.

Auch die Bildung von Zucker aus Cellulose, welche Biedermann und Moritz gefunden hatten, prüfte Müller

---

[1]) Archiv für wissenschaftliche und praktische Tierheilkunde Band 7. 1881.

[2]) Pflügers Archiv. Band 83.

[3]) Zeitschrift für Fischerei. 1897.

[4]) l. c.

[5]) l. c.

[6]) l. c.

nach. Mit Rinderpankreas und Ptyalinum siccum (Merck) wurde die Stärke aus Kartoffelbrei entfernt, bis zum Verschwinden der Zuckerreaktion ausgewaschen. Der mit Thymol und Sodalösung versetzte Dünndarminhalt einer Schnecke wurde mit einer kleinen Menge der gewonnenen Cellulose vermischt, der andere Teil derselben blieb sich selbst überlassen. Während dieser keine positive Zuckerreaktion zeigte, fiel sie im ersten Falle deutlich positiv aus. Die Untersuchungen Müllers bestätigen demnach nicht nur die Behauptung von der Cellulose auflösenden Wirkung des Schneckenenzyms unter Bildung von Zucker, sondern auch die Annahme, dass es sich hierbei um die Wirkung eines ungeformten Fermentes handle, da Thymolzusatz Fäulnis oder doch wesentliche Entwicklung von Bakterien verhindert hatte.

Der Übertragung dieser bei der Weinbergschnecke gemachten Befunde auf die Herbivoren sowie ihrer Verwendung als Stützen der oben erwähnten Theorie stehen aber richtige andere Versuche entgegen.

Ein von Müller zum Nachweis des Zuckers als intermediären Stoffwechselproduktes bei der Celluloseverdauung angestellter Ziegenversuch fiel negativ aus (Bildung einer Pansenfistel). Auch Ellenberger und Hofmeister fanden bei künstlicher Celluloseverdauung keinen Zucker oder nur geringe Spuren.

Die andere Ansicht über die Vorgänge bei der Verdauung der Cellulose stützt sich auf die von Tappeiner [1]) gefundene Tatsache, wonach dieselbe durch geformte Fermente, durch Mikroorganismen unter Gärungserscheinungen im Verdauungskanal der Wiederkäuer zersetzt wird. Danach würde die Cellulose eine besondere Stellung einnehmen, indem sie nicht im eigentlichen Sinne verdaut, d. h. in einen löslichen, resorbierbaren Zustand übergeführt, sondern vergoren wird: ein physiologisches Analogon zu der pathologischen Gärung der Kohlehydrate bei der intestinalen Gärungsdyspepsie. Hauptvertreter dieser An-

[1]) Tappeiner, Zeitschrift für Biologie, Bd. 20. 1884.

schauung sind Tappeiner und Hoppe-Seyler. [1]) Auch Wildt [2]) hatte sich für die Vergärung der Cellulose erklärt und Zuntz [3]) kam zu dem Schluss, dass die Stagnationsorte des Verdauungstraktus, die 3 Vormägen und der Blinddarm die Hauptbildungsstätten des Sumpfgases seien, was die Vermutung bestärke, dass Mikroorganismen, nicht Enzyme, die Cellulose lösten. Die von Runge auch bei reiner Fleischkost nachgewiesene Sumpfgasbildung spricht nicht dagegen und ist als Eiweissfäulnis aufzufassen, sie besagt nur, dass das im Darm gebildete Sumpfgas nicht ausschliesslich von der Zersetzung der Cellulose herrührt.

Tappeiners [4]) gründliche Versuche gaben diesen Vermutungen erst eine wissenschaftliche Grundlage.

Tappeiner entnahm frisches Material aus Pansen, Dünn- und Blinddarm, das einer Temperatur von 37 ° C. ausgesetzt wurde. Ein Teil des Panseninhalts wurde abgekocht, der Rohfasergehalt desselben sowie des nicht abgekochten Dünn- und Dickdarminhaltes bestimmt. Der auf diese Weise erlangte Aufschluss über den Rohfasergehalt ergab, dass er im Dünn- und Dickdarm niedriger als beim Pansen war. Ueber den Ort der Gärung liess sich ein Anhalt gewinnen, wenn je ein weiterer Teil bei 37 ° unverändert gelassen wurde; der Panseninhalt zeigte die stärkste Abnahme, auch beim Dickdarmmaterial war sie deutlich, kaum nennenswert beim Dünndarminhalt. Endlich suchte Tappeiner durch Zusatz von Thymol und Chloroform zu ermitteln, ob geformte oder ungeformte Fermente die Gärung verursachten, da bekanntlich durch diese Mittel die Enzyme im Gegensatz zu den geformten Fermenten unbeschädigt bleiben. Eine Wirkung von Enzymen wurde nicht beobachtet. Danach ist neben dem Pansen der Dickdarm der wichtigste Ort, wo Cellulose gelöst wird, der Dünndarm kommt kaum in Betracht.

---

[1]) Hoppe-Seyler. Zeitschr. f. physiologische Chemie, Bd. 10.
[2]) Wildt Journal für Landwirtschaft, 1874.
[3]) Zuntz. Landwirtschaftliche Jahrbücher, 1879.
[4]) Tappeiner. l. c.

Die bei der Gärung des Pansen-Darminhaltes wie die bei künstlicher Cellulosegärung (Infektion steriler Nährboden aus Liebigscher Fleischextraktlösung mit Ingestis) gebildeten Produkte waren im Wesentlichen die gleichen. An Gasen fanden sich: H, CO_2, H_2S, CH_4.

Bei künstlicher Gärung ergaben sich an flüchtigen Bestandteilen Fettsäuren, besonders Essigsäure, bei der Gärung von Darminhalt grosse Mengen Essigsäure, ferner Normalbuttersäure und ihr nahestehende Körper, Ameisensäure und andere.

Mit diesen Resultaten Tappeiners kann man denn auch die Tatsache gut in Einklang bringen, dass Tiere mit langem Darm Cellulose zu verdauen imstande sind, während Tiere mit kurzem Darm, z. B. der Hund, dazu unfähig sind.

Nachdem somit das Schicksal der Cellulose im Verdauungskanal aufgeklärt war, war, wie Tappeiner mit Recht hervorhebt, erst der strenge Beweis ihrer Verdaulichkeit überhaupt geliefert. Hatten auch Haubner [1]) schon 1855 und Henneberg und Stohmann [2]) 1870 dieselbe nachgewiesen, eigentlich stand nur fest, dass ein Teil der eingeführten Rohfaser mit den üblichen Methoden nicht wieder zu finden war. Offen blieb, ob er wirklich gelöst oder nur soweit verändert war, dass er jetzt durch Behandlung mit Schwefelsäure und Kalilauge, gegen die er vorher widerstandsfähig war, in Lösung ging.

Hoppe-Seyler [3]) wendet gegen Tappeiners äusserst sorgfältige Untersuchungen ein, dass sie über die Beziehungen zwischen zersetzter Substanz und gebildeten Produkten keinen Aufschluss gäben, dass ferner eine so leicht zersetzliche Masse wie Liebigs Fleischextraktlösung nur mit grosser Vorsicht zu verwenden sei. Hoppe-Seyler vermengte gleiche Quantitäten sterilen Papiers und Flussschlammes und beobachtete nach einem Jahr Bildung von CO_2, CH_4, N. Säuren fand er nicht, weshalb die Auf-

[1]) l. c.

[2]) Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer, 1870

[3]) l. c.

fassung, dass sie Gärungsprodukte der Cellulose seien, von ihm verworfen wird. Trotzdem hat die Ansicht von der Vergärung der Cellulose im Darm der Herbivoren durch seine Befunde nur eine weitere Stütze erhalten.

Ueber die Natur der Gärungserreger ist eine Einigung noch nicht erzielt. Schon Mitscherlich fand 1850, als er Lösung von Cellulosemembranen der Kartoffeln beobachtete, als deren Ursache Vibrionen. van Tieghem [1]) 1879 fand einen Bacillus amylobacter, den er für spezifisch Cellulose lösend hielt, und Prazmowski [2]) wies seine Identität mit dem Buttersäureferment Pasteurs nach. Er nannte es Clostridium butyricum. Die Wirkung derselben schrieben die genannten Autoren aber von den Spaltpilzen ausgesandten Enzymen zu. Tappeiner sah als die Gärungserreger Mikrokokken an, die in Haufen an den Cellulosefasern lagen. Hoppe-Seyler sah bei seinen Versuchen Bakterien von bestimmter Form, die er mit dem Amylobacter van Tieghems für identisch hielt. An die Gegenwart dieser Pilze sah er auch die Bildung von CO_2 und CH_4 gebunden.

— —

Ausnutzung der Cellulose

Die natürlich vorkommende Cellulose ist nie rein, sondern mit verschiedenen Stoffen vermengt, die aus dem Zellinhalt in die Pflanzenmembranen einwandern.

Wichtiger sind jene ihr beigemengten Stoffe, die als Umwandlungsprodukte des Zellstoffes anzusehen sind und als Lignin, Pectin, Cutin u. a. bezeichnet werden. Henneberg und Strohmann führten daher die treffende Bezeichnung „Rohfaser“ ein, überall da, wo es sich nicht um reine Cellulose handelt. Die verschiedenen „chemischen Mischungs- und physikalischen Strukturverhältnisse“ beeinflussen, wie schon Henneberg und Strohmann betonen, den Ausnutzungskoefficienten beträchtlich. Durch die Gegenwart dieser metamorphosierten Produkte der Cellulose, besonders des Lignins, erklärt es sich, dass die Verdaulich-

1) Compt. rendues, 1879.
2) Pruzmowski. Botanische Zeitung, 1879.

keit älterer Pflanzenstoffe geringer ist, als die junger, welche reine Cellulose enthalten, dass zarte Rohfaser soviel besser als verhärtete verdaut wird, dass verschiedene Futtermittel so abweichende Ausnutzungswerte ergeben. Ein Rind nutzte z. B. von Grummet 68 %, von gewöhnlichem Heu nur 57 % aus; ein Kaninchen von Sägespänen 20,49 %, von Kohlblättern 77,99 %, von der inneren Haut befreite, fein gepulverte Nussschalen wurden zu 5,03 % verdaut. Auf Unterschiede der Struktur sind auch die stark von einander abweichenden Resultate zurückzuführen, zu denen Weiske [1]) und Knieriem [2]) in ihren bekannten Untersuchungen gelangten. Die höheren Werte Weiskes — 62,7 % und 43,3 % — erklären sich durch die Verfütterung gekochter Rohfaser, während die ausserordentlich niedrigen Werte Knieriems — 4.4 % auf die Verfütterung gehärteter Rohfaser zu beziehen sind.

Henneberg und Strohmann [3]) zeigten zuerst, dass der zur Verdauung gelangende Teil der Rohfaser aus Cellulose besteht, die kohlenstoffreicheren Kutikularsubstanzen dagegen nicht resorbiert werden. Analysiert man die Rohfaser des Kotes, so ergibt sich stets ein höherer Gehalt an C., ein geringerer an O. gegenüber den Futterstoffen.

		C.	H.	O.
a. Möhrenrohfaser		44,805 %	6,190 %	49,005 %
b. Sellerie		42,481 %	6,321 %	51,198 %
Faeces	a.	47,300 %	6,306 %	46,394 %
	b.	46,398 %	6,310 %	46,752 %

Für die Richtigkeit des Satzes, dass es die Cellulose ist, welche aus der „Rohfaser" resorbiert wird, spricht auch, dass diese nach bereits einmaliger Passage des Verdauungskanals beim zweiten Durchgange schlechter und beim dritten noch mangelhafter ausgenutzt wurde.

Man kann den Satz aufstellen, dass die Darmlänge einer Tierspezies für die Verdauung der Cellulose von entscheidender Bedeutung ist. Der lange Darm der Her-

[1]) Weiske. Zeitschrift für Biologie, 1870.
[2]) Knieriem. Zeitschrift für Biologie, 1885. Bd. 21.
[3]) l. c.

bivoren vermag die grossen Mengen von Cellulose ausgiebig auszunutzen, bis zu 75 %; der mit einer mittleren Darmlänge versehene Mensch ist ebenfalls noch imstande, Cellulose in Form von jungem Pflanzengewebe oder gekochtem Gemüse verhältnismässig gut auszunützen (62,7 % Weiske); bei verhärteter Rohfaser ist der Ausnutzungswert sehr gering (4,4 %, Knieriem).

Dem kurzen Darm der Carnivoren scheint die Fähigkeit, Cellulose zu lösen, gänzlich abzugehen. Beim Hunde hat Voit diese völlige Unfähigkeit festgestellt. Knieriem konnte es bestätigen.

Näheren Aufschluss über diese Verhältnisse gibt die Tabelle.[1]) Es wurden verdaut:

Rind		60 %	Haubner
Rind	Haferstroh	55 %	Henneberg und Stohmann
	Weizenstroh	52 %	
	Kleeheu	39 %	
	Wiesenheu	60 %	
Kaninchen	Heurohfaser	52,47 %	Knieriem
	Sägespähne	20,49 %	
	Möhrenmehl	65 %	
	Kohlblätter	77 %	
	Nussschalen (fein gepulvert, von der Innenhaut befreit)	5,03 %	
Hund		0 %	Knieriem
Huhn		0 %	
Gans		0 %	Weiske
Mensch:	Scorzonera (verhärtete Rohfaser)	4,4 %	Knieriem
„	Salat (zarte „)	25,32 %	„
„	Möhren, Kohl I.	62,7 %	Weiske
„	Sellerie (gekocht) II.	43,3 %	

[1]) Nach Schmidt-Strassburger. Faeces des Menschen. Bd. 2 1902

Durch die Versuche von Weiske und Knieriem ist die von Hofmann und Frerichs vertretene Anschauung von der Unverdaulichkeit der Cellulose für den Menschen hinfällig geworden. Knieriem wandte bei Anstellung seiner in exaktester Weise angeordneten Versuche die besondere Sorgfalt an, eine neuntägige, rein animalische Vorperiode einzurichten, um den Kot völlig rohfaserfrei zu machen, darauf erst wurde Cellulose gegeben. Nach Beendigung des Versuches wurde abermals eine rein animalische Kost gegeben, bis der Kot wiederum rohfaserfrei war.

Von anderen, die Ausnutzung der Cellulose beeinflussenden Faktoren kommen in Betracht die einmalige oder fraktionierte Verabreichung der Nahrung, wobei erstere sich für die Ausnutzung günstiger erwies. Ferner zeigte sich im N-Hunger nach Knieriem[1]) der Rohfasergehalt des Kotes grösser als bei gutem Ernährungszustande und ungeschwächter Verdauung. Die Abhängigkeit der Celluloseverdauung von der Zulage von Stärke u. a. zum Futter ist unten noch genauer zu besprechen. Von Interesse ist, dass unter pathologischen Verhältnissen beim Menschen die Ausnutzungsgrösse der Cellulose neben der der übrigen Nahrungsstoffe eine nicht unbeträchtliche Zunahme erfahren kann. Das ist der Fall bei der chronisch-habituellen Obstipation, bei welcher, wie Lohrisch[2]) gezeigt hat, die Ausnutzung durchweg „eine zu gute“ ist. Ob auch andere Affektionen des Verdauungstraktus einen ähnlichen oder entgegengesetzten Einfluss ausüben, ist nicht bekannt. In zwei Fällen von gastrogener Diarrhoe bei Achylia gastrica, die Verf. mit der Methode von Simon-Lorisch untersuchte, war die Ausnutzung der Cellulose eine geringe.

[1]) Knieriem. Zeitschrift für Biologie Band 24.

[2]) Lohrisch. Die Ursachen der chronisch-habituellen Obstipation im Lichte systematischer Ausnutzungsversuche. Archiv für klinische Medizin. Band 79.

Die Frage des Nährwertes der Cellulose.

Es ist einleuchtend, dass die Frage der Bedeutung der Cellulose als Nahrungsmittel vom Standpunkte der besprochenen beiden Hauptanschauungen über ihre Verdauung verschieden beantwortet werden muss. Unter Zugrundelegung der älteren Ansicht, wonach Cellulose durch Enzyme in ein leicht lösliches Kohlehydrat umgewandelt wird, wird man ihr eine den Kohlehydraten ähnliche Bedeutung beilegen müssen, wie Henneberg und Stohmann es auch getan haben. Hält man mit Tappeiner und Hoppe-Seyler an der Lösung durch Gärung fest, also keinen Verdauungsvorgang im eigentlichen Sinne, so wird man sie kaum so hoch bewerten können. In der Tat haben die Arbeiten von Tappeiner,[1]) Hoppe-Seyler,[2]) Zuntz[3]) u. a. ihre Bedeutung als Nahrungsmittel nicht unwesentlich erschüttert. Der Wert der gebildeten Gärungsprodukte für den Organismus muss danach ausschlaggebend sein.

Tappeiner spricht den bei der Gärung entstehenden Gasen, insbesondere dem Sumpfgas jede Bedeutung ab. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass ein Teil zur Resorption gelangt und oxydiert wird. Tacke[4]) will gefunden haben, dass Sumpfgas mit den Respirationsprodukten ausgeschieden und nicht in toto mit den Darmgasen entleert wird. Sein Verbrennungswert ist ein sehr hoher. 1 g liefert 13 344 cal.

Wie verhält es sich mit der Resorption der gebildeten Fettsäuren?

1 g Buttersäure liefert 5647 cal.
1 g Essigsäure „ 3505 „

Von 100 Teilen zersetzter Cellulose sollen nach Tappeiner ca. 60 Teile als flüchtige Fettsäuren wieder erscheinen. Ein Teil entgehe der Resorption, ein anderer werde resorbiert, doch unverändert mit dem Harn aus-

[1]) l. c.
[2]) l. c.
[3]) Landwirtschaftliche Jahrbücher. 1879.
[4]) Tacke. Inaulgural-Dissertation. Berlin. 1884.

geschieden, so dass ungefähr die Hälfte der zersetzten Cellulose dem Organismus zu gute käme.

Die dem Organismus durch diese Gärungsprodukte gelieferte Spannkraft scheint Tappeiner jedoch zu unterschätzen. Schotten[1]) fand, dass Buttersäure in Form von Natronsalz gereicht, die normalerweise im Hundeharn auftretenden Säuren nur ganz wenig vermehre, also oxydiert sein musste. Auch die Nachprüfungen Wilsings[2]) der von Henneberg und Stohmann über die organischen Säuren des Rinderharns angestellten Untersuchungen, wonach ausser der Hippursäure sich nennenswerte Mengen nie fanden, ergaben eine gute Ausnutzung der flüchtigen Säuren. Endlich fand auch Knieriem[3]) die Menge der flüchtigen Säuren im Harn und Kot nur gering.

Wir sahen, dass die Cellulose eine den assimilierten Kohlehydraten gleichkommende Bedeutung nicht besitzt und den echten Nahrungsmitteln daher nicht gleich zu Wert anzusehen ist. Es ist aber andererseits nicht zutreffend mit Tappeiner in dem indirekten Nutzen der Cellulose ihren einzigen Wert für den Organismus zu erblicken. Nicht in der Resorption und Oxydation, sondern in ihrer Eigenschaft durch Gärung sich zu lösen und den Verdauungssäften so den Weg zu den eingeschlossenen Nahrungsstoffen frei zu machen liege ihre Bedeutung. Ein endgültiges Urteil sollte erst gefällt werden, wenn ihr anderweitiges Verhalten, ihr Einfluss auf andere Nahrungsstoffe im Darm berücksichtigt ist. Die Cellulose liefert dem Organismus weit weniger Spannkraft als die Kohlehydrate. Wie verhält es sich mit der eiweissparenden Wirkung der Cellulose, welche bekanntlich den Kohlehydraten in erster Linie zukommt? Knieriem[4]) fütterte ein Kaninchen mit völlig cellulosefreier Kost, Milch, Hornspänen, als Ersatz für die diesem Tier unentbehrliche Cellulose. Die N-Ausscheidung betrug 0,9034 g, unter

[1]) Schotten. Zeitschrift für physiologische Chemie. Band 7.
[2]) Wilsing. Zeitschrift für Biologie. Band 21.
[3]) l. c.
[4]) Knieriem. Zeitschr. für Biologie Bd 21. 1885.

Zulage von Strohfaser ergaben sich 15 % Ersparung des N-Ansatzes. Wenn Weiske[1]) eine wesentlich stärkere eiweisssparende Wirkung der Stärke und des Zuckers als der Cellulose findet — die N-Bilanz betrug bei Verfütterung des sehr eiweisreichen Bohnenschrotes — 0,42 g N, bei B. + Stroh (Cellulose) + 2,76 g N, bei B + Stärke und Zucker + 5,09 g N — so erklären sich die Wertunterschiede, wie Knieriem gezeigt hat, durch Weiske's Vernachlässigung der N-haltigen Stoffwechselprodukte des Darmes, welche dieser nicht in Abzug bringt und zum Kot beigemengt verrechnet. Es musste sich demnach bei der Zulage von Haferstroh zum Hauptfutter eine geringe Ausnutzung, mit anderen Worten eine grosse N-Ausscheidung ergeben, also ein hoher N-Umsatz. Da selbst bei stickstofffreier Nahrung von 1000 g verdauter Trockensubstanz nach C. Koch 1,19 als N-haltige Stoffwechselprodukte anzusehen sind, so ist die Vernachlässigung derselben unzulässig. Wenn auch Weiske[2]) seine Resultate durch anderweitige Hinweise zu stützen sucht, so bleibt doch die Annahme richtig, dass die Celllose eine wesentliche eiweissparende Wirkung besitzt. Von ihrer Bedeutungslosigkeit für die Ernährung zu sprechen, ist daher unbegründet.

Andererseits übt die Cellulose eine Depression auf die Eiweissverdauung aus, wie Henneberg und Stohmann zeigten. Dieser Einfluss, welcher sich bei Stärke- und Zuckerzulage in einer Menge von 15 % der Gewichtsmenge des Hauptfutters bereits geltend macht, zeigt sich in ähnlicher Weise bei der Cellulose.

Die Gegenwart von Eiweissstoffen in reichhaltiger Menge wirkt dagegen günstig auf die Verdauung der Cellulose, indem sie günstige Bedingungen zur Vergärung derselben liefern. Die Gasentwicklung und Säurebildung erfahren nach Tappeiner eine beträchtliche Zunahme durch eiweissreiches Futter.

---

[1]) Weiske. Zeitschr für Biologie Bd. 22. 1886.

[2]) Weiske. l. c.

e Bedeutung
er Cellulose
für den
Menschen.

Aus dem bisher Gesagten geht hervor, dass die Cellulose an Nährwert den ihr nahestehenden Kohlehydraten unterzuordnen ist, dass aber ihr alleiniger Nutzen nicht in der Erschliessung von Nährstoffen bestehen kann, da die Gährungsprodukte dem Organismus immerhin eine gewisse Menge an Spannkraft zu liefern vermögen, wenn diese auch nicht so gross ist und besonders für den Menschen, der nur geringe Mengen von Cellulose aufzunehmen vermag.

Im Haushalte des menschlichen Organismus spielt sie zweifellos eine geringere Rolle als wie bei den Herbivoren. Man hat daher nur ihre Bedeutung für die Peristaltik des Darmes gelten lassen wollen. Zweifellos ist es eine sehr wertvolle Eigenschaft der Cellulose, einen kräftigen Reiz auf die Darmwand auszuüben. Für das Kaninchen ist sie infolgedessen unentbehrlich, ja ihre völlige Entziehung ist, wie Knieriem[1]) gezeigt hat, lebensgefährlich durch eintretenden Ileus. Ausser der Anregung der Peristaltik ist erwiesen, dass sie die Consistenz des Kotes weich zu machen im Stande ist. (Knieriem[2]).

Vermöge dieser beiden Eigenschaften ist sie ein vortreffliches Mittel bei träger Darmperistaltik. Ihre Wirkung ist eine mechanische und chemische. Die groben Cellulosehülsen z. B. der kleiehaltigen Brode sind ein mechanisches Reizmittel und machen den Kot voluminöser. So erklärt sich ihr günstiger Einfluss auf die chronische habituelle Obstipation, besonders die atonische Form derselben. Der schlaffe Darm erlangt durch den mechanischen Reiz seinen normalen Tonus wieder. Dass eine Hypertonie der Darmmuskularis durch cellulosereiche Nahrung und somit Ermüdung und dauernde Erschlaffung entstehen kann, ist nicht zu befürchten, denn die voluminöse Kotmasse verhindert eine starke Verengerung des Darmlumens, welche bei einer kleinen Kotmenge zur Fortbewegung notwendig ist.

[1]) Knieriem. l. c.

[2]) l. c.

Die chemische Wirkung beruht auf den bei der Gärung sich bildenden Gasen, welche die Bildung fester, harter Kotballen verhindern und dem Kot eine weiche, geschmeidige Consistenz verleihen. Die chronische habituelle Obstipation ist denn auch am erfolgreichsten mit cellulosereicher Kost, besonders Brotsorten, bekämpft worden. Nicht nur die Obstipation besserte sich, es stellte sich auch die normale Darmfunktion wieder her, nachdem diese Nahrung ausgesetzt war — ein grosser Vorzug gegenüber allen Abführmitteln — wozu noch kommt, dass deren Wirkungen meist von recht beschränkter Dauer sind.

Bárány[1]) beobachtete diese günstigen Wirkungen der Cellulose nach Verabreichung eines neuen cellulosehaltigen Brotes, welches in der Nährmittelfabrik von O. Rademann in Frankfurt a /M. hergestellt wird und 3 – 4 % Cellulose enthält. Nach mehrwöchentlichem Gebrauch war eine Rückkehr zur gewöhnlichen Kost ohne Beeinträchtigung des erzielten Erfolges möglich. Bárány empfiehlt schlackenreiches Cellulose-Brot in Fällen von Darmträgheit ohne entzündliche Begleiterscheinungen; es sei kein anderes Nahrungsmittel gleich geeignet, den gewohnheitsmässigen Gebrauch von Abführmitteln überflüssig zu machen. — Auch bei Fettleibigkeit sei es zu empfehlen, weil es trotz Beschränkung des eigentlichen Nährwertes der Kost, ausgiebiges Sättigungsgefühl verursacht. Bekanntlich beruhen hierauf die Ebsteinschen Bestrebungen der Entfettung.

Auch bei Diabetes ist es zu empfehlen, da es an Kohlehydraten erheblich ärmer ist als Weissbrot.

---

[1]) Bárány. Wiener medicinische Wochenschrift No. 9. Bd. 2

Die Methode zur quantitativen Bestimmung der Cellulose.

Der unschwer zu erbringende mikroskopische Nachweis der Cellulose in den Faeces vermag nur ein ungefähres Bild von ihrer Ausnutzung zu geben. Auch der qualitative chemische Nachweis wird nur selten erforderlich sein. Nach Hoppe-Seyler[1]) werden Faeces in verdünnter Natronlauge erwärmt, nach Wasserzusatz durch Asbest filtriert, in nicht zu viel konzentrierter Schwefelsäure in der Reibschale gelöst, die Lösung in die zwanzigfache Quantität siedenden Wassers eingetropft, nach $^1/_2$ Stunde unter Ersatz des verdampfenden Wassers im Sieden erhalten und zum Schluss nach Trommer auf gebildete Maltose und Glucose geprüft.

Lehmann[2]) giebt eine Methode der Bestimmung durch Differenz an. Subtrahiert man von 1 g die in 1 g vegetabilischer Substanz enthaltene Menge an Wasser, Asche, Fett, Eiweisskörpern, Stärke, Zucker, so ist der Rest Cellulose + Pentosane. Die Methode ist etwas ungenau, da die genaue Bindung des ermittelten N selten bekannt, die Asche nur annähernd die natürlichen Salze liefert.

Weit grösseres Interesse beanspruchen die quantitativen Methoden, von denen wir eine ganze Reihe von mehr oder minder grosser Exaktheit besitzen. Von den älteren Methoden hat das „Weender-Verfahren“[3]) die grösste Verbreitung gefunden. Fast alle bisherigen Resultate über die Ausnutzung der Cellulose sind mit dieser von Henneberg und Stohmann kultivierten Methode gewonnen worden.[4])

[1]) Hoppe-Seiler. Handbuch der physiolog und patholog. chem. Analyse. 6. Aufl. 1893, S. 479.

[2]) Lehmann Methoden der praktischen Hygiene. 2. Aufl. 1901.

[3]) Seine ursprüngl. Form s. Henneberg und Stohmann: Beiträge zur rationellen Fütterung der Wiederkäuer. 1866

[4]) Henneberg und Stohmann. Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer. Braunschweig 1860–64 Bd. 2.

Neuerdings hat sie jedoch durch genauere Methoden, welche unten zu besprechen sind, an Bedeutung verloren.

Der Gang des Weender-Verfahrens ist, nachdem seine ursprüngliche Form verschiedentlich modifiziert ist, folgender: 3 g der zu untersuchenden Substanz werden, fein zerkleinert, $^1/_2$ Stunde in einer Porzellanschale mit Glasstab in 200 ccm $1^1/_4$ %iger Natronlauge gekocht. Man lässt absetzen, hebt ab, füllt Wasser auf, schüttelt und hebt, wenn es sich geklärt hat, wieder ab Der Rückstand (ungelöst) wird zwei Mal mit gewechselten Wassermengen je $^1/_2$ Stunde im Kochen erhalten, vor jedem Flüssigkeitswechsel wird absitzen gelassen Der so ausgekochte Rest wird $^1/_2$ Stunde nun immer in der gleichen Porzellanschale in $1^1/_4$ %iger Schwefelsäure, dann noch zwei Mal je $^1/_2$ Stunde mit Wasser unter Absitzen gelassen. Der Celluloserest wird auf ein gewogenes Filter abfiltriert. Auswaschen, trocknen, wiegen, veraschen. $F + Ce - F - A =$ Cellulose.

Das Prinzip des Weender-Verfahrens beruht auf der Widerstandsfähigkeit der Cellulose, welche bei successiver Behandlung mit verdünnten Säuren, Laugen, Alkohol und Äther ungelöst bleibt, während alles Übrige in Lösung geht. Das war die Ansicht von Henneberg und Stohmann. Aber die Widerstandsfähigkeit der Cellulose ist keine vollständige und das ist einer von den Fehlern, welche dem Weender-Verfahren anhaften. Kern und Lehmann wiesen das nach. Nach Kern[1]) bleibt Cellulose durch Behandlung mit $1^1/_4$ %iger Schwefelsäure und Kalilauge nicht intakt. Papiercellulose verlor so 8,6 % an Gewicht. Verdünnte Schwefelsäure allein löste Cellulose nicht auf, während Kalilauge die zuvor so behandelte Cellulose angriff. Lehmann[2]) fand mehrfach, dass die nach dem Weender-Verfahren behandelte Cellulose bis zu 10 % Ätherextrakt enthielt sowie einige Prozente Asche.

---

[1]) E. Kern. Journal für Landwirtschaft. 1877.

[2]) Lehmann. l. c.

Die von Wattenberg[1]) und Holdefleiss[2]) letzterer konstruierte einen besonderen Apparat — angegebenen Methoden sind wertlose Modifikationen des Weender-Verfahrens, ohne dessen Fehler zu beseitigen. Dasselbe gilt von dem Verfahren Müllers,[3]) der mit Bromwasser die Cellulose zu bestimmen sucht, wobei diese bei 20° im zerstreuten Tageslicht nicht angegriffen werden soll, während alle übrigen Bestandteile der rohen Pflanzenfaser rasch verändert und in Wasser und Ammoniak löslich gemacht werden. Es erfordert eine Zeit von 2—3 Tagen. Knieriem[4]) giebt an, dass damit zu hohe Werte erzielt würden.

Ein zweiter Fehler ist der, dass die Pentosane durch die Weender-Methode nicht völlig entfernt werden, worauf Lehmann[5]) hingewiesen hat. Diese, welche Anhydride der Pentosen darstellen und sich zu diesen verhalten wie Cellulose zu Hexose, sind in einer Menge von 4—40 % in der Rohfaser enthalten, können also beträchtliche Fehlerquellen darstellen.

Zur Darstellung pentosanfreier Cellulose hat Konig[6]) ein Verfahren empfohlen. 3 g lufttrockener Substanz werden im Kjeldahlkolben mit 200 cm³ Glycerin von 1,23 spez. Gewicht, das im Liter 20 ccm konzentrierter Schwefelsäure enthält, 1 Stunde lang am Rückflusskühler auf 131—132° erhitzt. Wegen starken Schäumens ist Umschütteln notwendig. Nach Verdünnung mit 200 cm³ heissen Wassers wird heiss filtriert durch ein Asbestfilter unter Anwendung der Wasserluftpumpe. Der Filtrierrückstand wird mit heissem Wasser, Alkohol, Äther ausgewaschen. In einer Platinschale werden Filter + Inhalt getrocknet, gewogen, verascht etc. Die Resultate sind

[1]) H. Wattenberg. Journal für Landwirtschaft 1880. Bd 21, S. 273

[2]) Holdefleiss. Landwirschaftl. Jahrbücher. 1877. Supplement I S. 100.

[3]) H. Müller. Centralbl. für Agrikulturchemie 1877.

[4]) Knieriem. l. c

[5]) Lehmann. Methoden der praktischen Hygiene 2 Aufl 1901.

[6]) Nach Lehmann. Methode der prakt Hygiene. 1901.

meist erheblich niedriger als die nach dem Weender-Verfahren gewonnenen.

Ein dritter ins Gewicht fallender Nachteil desselben besteht darin, dass die Forderung von den inkrustierenden Substanzen freie Cellulose darzustellen, nicht erfüllt wird. Ihre Entfernung gelang schon Fr. Schulze[1]) durch oxydierende Mittel wie chlorsaures Kali und Salpetersäure. Wie Krauch[2]) jedoch geltend macht, sind die so gewonnenen Resultate zu niedrige, weil die Cellulose angegriffen werde.

Eine von den inkrustierenden Substanzen freie, durch die Behandlung nicht angegriffene Cellulose zu gewinnen, war die Aufgabe, welche G. Lange[3]) sich stellte und löste. Sein Verfahren bedeutet einen entschiedenen Fortschritt in der quantitativen Bestimmung der Cellulose. Lange bedient sich der Einwirkung schmelzenden Alkalis, dessen Unschädlichkeit gegenüber der Cellulose Hoppe-Seyler[4]) gezeigt hatte. Es erwies sich als ein vortreffliches Mittel, alle die Rohfaser inkrustierenden Substanzen zu entfernen. Bei Gegenüberstellung seiner Resultate mit denen Schulze's fand er durchweg höhere Werte. Krauchs erwähnte Kritik an den von Schulze gefundenen Werten konnte Lange daher bestätigen.

Es steht somit fest, dass das Verfahren Langes vor dem Weender die Vermeidung zweier wichtiger Fehler voraus hat. Ob es auch den dritten, die Entfernung der Pentosane vermeidet, scheint bisher nicht untersucht zu sein.

Klinisch ist das Weender-Verfahren von recht zweifelhaftem Werte, denn K. Mann[5]) wies nach, dass es bezüglich der quantitativen Bestimmung der Cellulose in den Faeces als durchaus unzuverlässig anzusehen ist. Gewisse N-

---

[1]) Fr. Schulze. Chemisches Centralblatt. 1857.

[2]) Kranch Landwirtschaftliche Versuchsstation 24 S. 295.

[3]) Gerhard Lange Zeitschrift für physiologische Chemie Bd. 14 1890.

[4]) Hoppe-Seyler. Zeitschr für physiologische Chemie Band 13.

[5]) K. Mann. Archiv für Hygiene Bd. 36. 1899. S. 159.

haltige Substanzen gehen danach, selbst in fein gepulvertem Zustande, zu einem namhaften Prozentsatz nicht in Lösung. Misstrauisch geworden durch die hohen Werte der Cellulose bei der Kotanalyse, welche die der Einfuhr häufig übertrafen, vermutete Mann, dass Elastin die Ursache sei. Getrocknetes, pulverisiertes Rindernackenband hinterliess bei Behandlung mit verdünnter Säure, Lauge, Alkohol, Äther 57,4 %, zerschnittenes frisches 47,1 % der Gesamtsubstanz. Der Weender-Rückstand liess sich als eiweissartige Substanz nachweisen (Kjeldahl). Mann machte an sich einen Stoffwechselversuch mit Elastin und fand, dass während der ganzen Versuchsdauer, die elastinfreie Vor- und Nachperiode eingerechnet, 102,4 % der Celluloseeinfuhr durch die Faeces abgeführt wurden, während der 4 Tage, wo Elastin genommen wurde, 93,6 %. Die Subtraktion des nach Kjeldahl gefundenen Eiweisses von dieser Pseudocellulose der Elastintage ergab 51,9 %. Während der 4 Tage wurde demnach ungefähr die Hälfte der Cellulose im Darm zersetzt, das Übrige war nicht in Lösung gegangenes Eiweiss bezw. Eiweissderivat. Ausser den eiweissartigen Substanzen schienen N-ärmere oder N-freie Stoffe nach dem Weender-Verfahren nicht in Lösung gegangen zu sein. Mann fasst seine Untersuchungen dahin zusammen:

1. Durch das Weender-Verfahren kann aus Kot Cellulose bei Gegenwart gewisser N-haltiger Stoffe nicht genau bestimmt werden.
2. Die Weender-Rückstande enthalten bedeutende Mengen von Eiweisssubstanzen (nicht nur Elastin).
3. Ausser den Eiweisssubstanzen werden noch N-ärmere und N-freie Substanzen nicht gelöst.

Aus dem Bedürfnis, eine klinisch brauchbare Methode der quantitativen Cellulosebestimmung zu besitzen, ist das jüngste Verfahren von Simon-Lohrisch[1]) hervorgegangen, welches auf Anregung des Herrn Professor Dr. Schmidt

[1]) Simon-Lohrisch. Zeitschrift für physiologische Chemie Band 42. 1904.

in Angriff genommen und in zahlreichen Fällen am Krankenmaterial des Stadtkrankenhauses Friedrichstadt in Dresden erprobt worden ist. Der Hauptzweck dieser Methode war die quantitative Cellulosebestimmung in den Faeces; sie ist indessen, wie Lohrisch gezeigt hat, für jedes Cellulose enthaltende Material geeignet. 5—10 g bei 100° C. getrockneter feingepulverter Substanz werden in 50 % schmelzender Kalilauge aufgenommen und 1 Stunde im kochenden Wasserbade digeriert, darauf erkalten gelassen. Ein mehr oder minder grosser Teil ist in Lösung gegangen (je nach dem Ausgangsmaterial). Man setzt 3—4 ccm Wasserstoffsuperoxyd (Merck) hinzu, erhitzt abermals stark. Auch die inkrustierten Cellulosehüllen werden jetzt gesprengt: Lignin- und Pektinsubstanzen gehen in Lösung. Die Flüssigkeit hat sich jetzt entfärbt. Sind noch ungelöste Brocken vorhanden, lässt man das Material $^1/_2$—$^3/_4$ Stunde im kochenden Wasserbade verweilen. Man lässt erkalten und versetzt es mit dem halben Volumen 96 %igen Alkohols. Falls beide Flüssigkeiten sich schlecht mischen, Zusatz von 6—7 cm³ konzentrierter Essigsäure. Die gelöst gewesene Cellulose fällt in Form eines feinen Pulvers aus. Alle Proteïnstoffe bleiben noch in Lösung, da die Flüssigkeit noch stark alkalisch ist. Den Niederschlag lässt man absitzen, saugt auf gehärtetem Filter mit der Wasserpumpe ab, spritzt vom Filter ins Becherglas zurück, nimmt mit reichlichem Wasser auf und filtriert auf gewogenem Filter. Mit Wasser, darauf mit verdünnter Essigsäure, zur Entfernung der Phosphate, wird gewaschen, mit Alkohol und Äther behandelt, darauf getrocknet und gewogen. Die Cellulose restiert als ein schneeweisses, filzig sich anfühlendes Pulver. Der N-Gehalt desselben beträgt höchstens 1 %. Bei Bestimmungen in den Faeces ist eine Aschenbestimmung unerlässlich.

Mit dieser Methode kommt man bei einiger Übung in 4—5 Stunden zum Ziele. Mit dem Verfahren von G. Lange hat sie die Anwendung schmelzenden Alkalis gemein. Der Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd ist vor-

züglich geeignet, leicht und schnell auch die inkrustierenden Cellulosehüllen zu sprengen und Lignin und Pektinsubstanzen in Lösung zu bringen.

Wie bei dem Verfahren Langes ist die gewonnene Cellulose rein und enthält nur Spuren von N-haltigen Substanzen.

Eine bequem zu handhabende und klinisch gut verwendbare Methode zu sein, darf das Verfahren von Simon-Lohrisch für sich beanspruchen.

Wenig bekannt scheint eine Methode von Lebbin[1]) zu sein, die sich ebenfalls des Wasserstoffsuperoxydes bedient. Nach Lehmann bestimmt sie die ganze Cellulose und offenbar auch die Pentosane ganz oder grösstenteils mit. Sie liefert daher sehr hohe Werte. 3—5 g Mehl oder Kleie werden so zerkleinert, dass ein Sieb von 0,2 mm Maschenweite passiert wird. Im Becherglas wird dieses Material mit 100 ccm Wasser fein gerührt, dass keine Klümpchen mehr vorhanden sind. Man erhitzt, kocht $^1/_2$ Stunde, damit die Stärke quillt und alle wässrigen Bestandteile sich lösen. Darauf werden 50 ccm 20%igen Wasserstoffsuperoxydes zugesetzt und noch 20 Minuten gekocht. Während des Kochens werden 15 ccm 5%igen Ammoniaks in kleinen Portionen zu etwa 1 cm^3 zugegeben. Das Kochen wird 20 Minuten fortgesetzt, heiss durch ein gewogenes Filter filtriert, mit siedendem Wasser ausgewaschen, getrocknet, gewogen. Aschenbestimmung eventl. Stickstoffbestimmung sind bei hohem Eiweissgehalt des Ausgangsmaterials erforderlich, Asche + Eiweiss zu subtrahieren.

Zum Schluss meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem früheren verehrten Chef, Herrn Professor Dr. A. Schmidt in Dresden meinen herzlichen Dank auszusprechen für die Anregungen und das der Arbeit entgegengebrachte Interesse.

---

[1]) Nach Lehmann Methoden der praktischen Hygiene 2. Aufl. 1901.

Litteratur.

Bárány: Wiener medizinische Wochenschrift No. 9. Bd. 2.
Biedermann und Moritz: Pflügers Archiv Bd. 73. Über ein Cellulose lösendes Enzym im Lebersekret der Schnecke.
Haubner: Zeitschrift für Landwirtschaft. 1855. S. 177.
Hofmeister, Viktor: Archiv für wissenschaftliche und praktische Tierheilkunde. Bd. 7. 1881.
Henneberg und Stohmann: Beiträge zur rationellen Fütterung der Wiederkäuer. Braunschweig 1860 bis 1864.
Hoppe-Seyler, G.: Zeitschrift für physiologische Chemie. Band 10. Band 13.
„ Handbuch der physiolog. und pathol. chemischen Analyse. 1893. 6. Aufl.
Holdefleiss: Landwirtschaftliche Jahrbücher. 1877. Supplement I.
Kern, E.: Journal für Landwirtschaft. 1877.
König: Die menschlichen Nahrungs- und Genussmittel. 3. Aufl. Bd. 2. S. 52.
Knieriem, W. v.: Zeitschrift für Biologie. Bd. 21. 1855.
„ Zeitschrift für Biologie. Bd. 24.
Knauthe: Zeitschrift für Fischerei. 1897.
Krauch: Landwirtschaftliche Versuchsstation 24.
Lehmann: Methoden der praktischen Hygiene. 2. Aufl. 1901.
Lange, G.: Zeitschrift für physiologische Chemie. Band 14. 1890.
Lebbin: citiert nach Lehmann, Methode der praktischen Hygiene. 2. Aufl. 1901.
Lohrisch: Die Ursachen der chronisch-habituellen Obstipation im Lichte systematischer Ausnutzungsversuche. Archiv für klinischeMedizin. Bd. 79.

Simon-Lohrisch: Eine neue Methode der quantitativen Cellulosebestimmung in Nahrungsmitteln und Faeces. Zeitschrift für physiologische Chemie. Bd. 42. 1904.
Mann, K.: Archiv für Hygiene. Bd. 36. 1899.
Moritz und Biedermann: s. Biedermann.
Müller, H.: Centralblatt für Agrikulturchemie.. 1877.
Müller, E.: Pflügers Archiv. Bd. 83.
Prazmowski: Botanische Zeitung. 1879.
Rubner: Zeitschrift für Biologie. Bd. 19.
Schulze, Fr.: Chemisches Centralblatt. 1857.
Schotten: Zeitschrift für physiologische Chemie. Bd. 7.
Schmulewitsch: Bulletin de l'academie des sciences de St. Petersburg.
Schmidt-Strasburger: Faeces des Menschen. Bd 2. 1902.
Tacke: Inaugural-Dissertation. Berlin 1884.
Tappeiner: Zeitschrift für Biologie. Bd. 20. 1884.
Tieghem, van: Comptes rendues. 1879.
Weiske: Zeitschrift für Biologie. 1870. 1886.
Wildt: Journal für Landwirtschaft. 1874.
Wattenberg: Journal für Landwirtschaft. 1880. Bd. 21
Wilsing: Zeitschrift für Biologie. Bd. 21.
Zuntz: Landwirtschaftliche Jahrbücher. 1879.

Lebenslauf.

Ich wurde am 15. April 1878 zu Pessin, Kreis Westhavelland, Provinz Brandenburg geboren, genoss meine erste Schulbildung im Hause meiner Eltern, später besuchte ich die Gymnasien zu Neuruppin und Neu-Strelitz und verliess letzteres Ostern 1898 mit dem Zeugnis der Reife. Vom 1. April bis 1. Oktober 1898 genügte ich der ersten Hälfte meiner aktiven Dienstpflicht beim 4. Garde-Regiment zu Fuss. Darauf studierte ich an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin Medizin. Das Tentamen physicum bestand ich im Winter-Semester 1900, die ärztliche Staatsprüfung beendete ich am 23. April 1904. Vom 22. Juli 1904 bis 1. März 1905 war ich als Medizinalpraktikant an der I. inneren Abteilung des Stadtkrankenhauses Friedrichstadt in Dresden unter Professor Dr. A. Schmidt tätig, bis zum 1. Juni 1905 als Volontärarzt daselbst. Vom 1. August 1905 bis 1. Februar 1906 genügte ich der zweiten Hälfte meiner aktiven Dienstpflicht beim Eisenbahnregiment No. 2 in Schöneberg. Im Anschluss hieran unterzog ich mich einer sechswöchigen militärischen Übung beim Grenadier-Regiment No. 12 in Frankfurt a./O. Am 15. März 1906 wurde ich Assistenzarzt an der Brandenburgischen Landesirrenanstalt zu Neu-Ruppin.

Während meiner Studienzeit hörte ich die Vorlesungen der Herren Professoren und Dozenten: Waldeyer, O. Hertwig, Hans Virchow, G. Fritsch, Engelmann, F. E. Schulze, Schaudinn, P. Schulz, Warburg, Bennecke, Michaelis, Blumenthal, Gebhard, Koblank, Rudolf Virchow, Gerhard, Senator, Jolly, Köppen, Mendel, Heubner, Ohlshausen, von Bergmann, König, von Michel, Hirschberg, Salkowski, Rubner, Langerhans, Hansemann, Liebreich.

Allen diesen meinen Herren Lehrern sei an dieser Stelle mein ehrerbietiger Dank ausgesprochen.